PENINGKATAN NILAI GIZI LUMPUR SAWIT MELALUI PROSES FERMENTASI : PENGARUH JENIS KAPANG, SUHU, DAN LAMA PROSES ENZIMATIS

TIURMA PASARIBU, A.P. SINURAT, T. PURWADARIA, SUPRIYATI, J. ROSIDA, dan HELMI HAMID

Balai Penelitian Ternak
P.O. Box 221, Bogor, 16002, Indonesia

(Diterima dewan redaksi 28 Desember 1998)

ABSTRACT

TIURMA PASARIBU, A. P. SINURAT, T. PURWADARIA, SUPRIYATI, J. ROSIDA, and HELMI HAMID. 1998. Improving the nutritive value of palm oil sludge by fermentation : The effect of fungi strain, environmental temperature and enzymatic process. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3(4): 237-242.

An experiment was conducted to improve the nutritive value of palm oil sludge (POS) by fermentation process. *Aspergillus niger* BPT and NRRL 337 were used into fermenting POS for three days and followed by anaerobic enzymatic process. The experiment was arranged in 2x3 factorial design i.e., enzymatic incubation time (2, 3, and 4 days) and environmental temperature during enzymatic process (room temperature and 40°C). Changes on chemical compositions (crude protein, true protein, ADF and NDF), in vitro dry matter digestibility (IVDMD) and protein digestibility (IVPD) were measured. The results showed that both *A. niger* BPT and NRRL 337 grew well on POS media with the best result at 3 days. The fermentation process by both strains increased crude protein and true protein of POS. The *A. niger* NRRL reduced the fiber content (ADF and NDF) more than *A. niger* BPT the IVDMD and IVPD were not significantly affected by fermentation process without enzymatic process. The IVDMD increased significantly when the fermentation followed by enzymatic process. Overall results showed that the best fermentation of POS was obtained by using *A. niger* NRRL followed by enzymatic process in room temperature for two days.

Key words : Palm oil sludge, fermentation, nutritive value

ABSTRAK

TIURMA PASARIBU, A.P. SINURAT, T. PURWADARIA, SUPRIYATI, J. ROSIDA, dan HELMI HAMID. 1998. Peningkatan nilai gizi lumpur sawit melalui proses fermentasi : Pengaruh jenis kapang, suhu dan lama proses enzimatis. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3(4): 237-242.

Suatu penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi lumpur sawit melalui proses fermentasi. Lumpur sawit kering difermentasi dengan menggunakan *A. niger* BPT dan NRRL 337 selama 3 hari dan dilanjutkan dengan proses enzimatis. Proses enzimatis dilakukan dalam rancangan faktorial yang terdiri dua faktor, yaitu lama proses enzimatis (2, 3, dan 4 hari) dan suhu selama proses enzimatis (suhu ruang dan 40^{o}C). Parameter yang diamati adalah pertumbuhan kapang, perubahan kandungan bahan kimia (protein kasar, protein sejati, ADF dan NDF) dan daya cerna bahan kering serta protein secara *in vitro*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. niger* BPT maupun *A. niger* NRRL 337 dapat tumbuh dengan baik pada lumpur sawit. Pertumbuhan paling baik untuk proses fermentasi adalah selama 3 hari. Proses fermentasi dengan menggunakan kedua jenis kapang dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan kandungan protein sejati. *A. niger* NRRL 337 menyebabkan penurunan kadar serat (ADF dan NDF) yang lebih besar dibanding dengan *A. niger* BPT. Daya cerna bahan kering dan daya cerna protein tidak nyata dipengaruhi oleh proses fermentasi, bila tidak dilanjutkan dengan proses enzimatis. Akan tetapi, setelah proses enzimatis, daya cerna bahan kering dapat meningkat. Secara keseluruhan, fermentasi lumpur sawit yang paling baik adalah dengan menggunakan *A. niger* NRRL yang diikuti dengan proses enzimatis pada suhu ruang selama 2 hari.

Kata kunci : Lumpur sawit, fermentasi, nilai gizi

PENDAHULUAN

Lumpur sawit merupakan salah satu limbah industri pengolahan minyak sawit yang banyak diproduksi di Indonesia. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia setiap tahun menunjukkan peningkatan (DITJENBUN, 1995). Meningkatnya produksi kelapa sawit yang diikuti dengan peningkatan produksi

minyak kelapa sawit, seperti CPO (*crude palm oil*) akan meningkatkan pula limbah kelapa sawit seperti bungkil inti sawit dan lumpur sawit masing-masing 45-46% dan 2% dari jumlah produksi minyak. Bungkil inti sawit sudah lama dimanfaatkan sebagai pakan ternak pada ruminansia dan babi sedang bertumbuh (ARITONANG, 1984). Sementara itu, lumpur sawit meskipun mengandung 12% protein kasar masih sedikit dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak, terutama ternak unggas.

Lumpur minyak sawit adalah bahan buangan yang dihasilkan selama proses pemerasan atau ekstrak-si minyak (ARITONANG, 1984), merupakan suatu emul-si yang mengandung sekitar 4-5% padatan, 0,5-1% sisa minyak dan 95% air (HUTAGALUNG dan JALALUDDIN, 1982). Limbah ini pada pabrik tertentu langsung dibuang ke selokan atau tanah terbuka sebagai pupuk dan pada pabrik lain ditampung dan dikeringkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Hasil analisis kimia lumpur sawit menunjukkan nilai nutrisi yang bervariasi terutama abu, serat kasar dan lemak, seperti ditunjukkan pada Tabel 1, (ARITONANG, 1984).

Tabel 1. Komposisi kimia lumpur sawit (ARITONANG, 1984)

Uraian	Kisaran
Kadar kering, %	89,50
Protein kasar, %	9,6-13,9
Lemak kasar, %	11,6-21,3
Serat kasar, %	11,4-24,3
Energi (GE), kkal/g	3,8-4,7
Mineral :	
Kalsium (Ca), %	0,28-0,69
Fosfor (P), %	0,11-0,44
Magnesium (Mg), %	0,18-0,36
Mangan (Mn), mg/kg	54-70
Tembaga (Cu), mg/kg	29-45
Besi (Fe). mg/kg	1500-1900
Seng (Zn), mg/kg	900-1300

Percobaan pada sapi dan kerbau di Malaysia (DALZELL, 1978) menunjukkan bahwa pemberian konsentrat yang masing-masing mengandung lumpur sawit, PFF (*palm fresh fiber*), PKM (*palm kernel meal*/bungkil inti sawit), molasses, urea, supplemen mineral, dan vitamin dapat digunakan secara efektif dan memberikan pertambahan bobot badan 0,47 kg per hari. GOHL (1981) melaporkan pada ruminansia bahwa lumpur sawit dapat diberikan hingga 50% dari konsentrat, sedangkan pada ransum domba menam-pilkan daya cerna yang baik (HUTAGALUNG dan JALALUDDIN, 1982). Penelitian lain menunjukkan bahwa babi memperlihatkan penampilan produksi kurang baik. Pada unggas dapat dilaporkan bahwa lumpur sawit dapat diberikan pada ayam pedaging hingga 15% dan ayam petelur hingga 20% (HUTAGALUNG dan JALALUDDIN, 1982).

Dengan protein yang cukup tinggi yang hampir sama dengan protein dedak padi, lumpur sawit berpeluang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak unggas, namun demikian masih mempunyai komponen serat tinggi yang biasanya sulit dicerna. Untuk meningkatkan protein dan menurunkan serat kasar dibutuhkan suatu teknologi, antara lain teknologi fermentasi. Laporan penelitian di Balai Penelitian Ternak menunjukkan bahwa teknologi fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein pada singkong (KOMPIANG, 1994), bungkil kelapa (SINURAT *et al*., 1995; PURWADARIA *et al.,* 1997), dan sago (KOMPIANG *et al.,* 1997). Diharapkan dengan teknologi fermentasi ini dapat meningkatkan nilai gizi, terutama protein dan menurunkan serat kasar, sehingga dapat lebih mudah dicerna oleh ternak unggas. Oleh karena itu, suatu penelitian dirancang untuk meningkatkan protein lumpur sawit dan menurunkan kadar serat kasarnya dengan teknologi fermentasi. Di samping itu, penelitian bertujuan untuk meningkatkan nilai nutrisi lumpur sawit secara *in vitro* sebelum dan setelah fermentasi.

MATERI DAN METODE

Fermentasi

Untuk fermentasi digunakan spora *Aspergillus niger* NRRL 337 dan *Aspergillus niger* BPT, lumpur sawit kering yang diperoleh dari PT. Perkebunan Kertanegara VIII Lebak-Serang, air, mineral (amonium sulfat, urea, natrium dihidrogen fosfat, magnesium sulfat, kalium khlorida).

Lumpur sawit kering dicampur dengan air (1:1) dan ditambahkan campuran mineral sebanyak 66,8g/kg bahan, lalu didiamkan selama 30-60 menit. Setelah itu campuran dikukus selama 40 menit, kemudian didinginkan. Setelah dingin, inokulum dimasukkan ke dalam lumpur sawit dan diaduk hingga rata. Jumlah *A. niger* yang ditambahkan adalah 8 g/kg bahan kering lumpur sawit. Kemudian dimasukkan ke dalam baki plastik (36x28 cm) yang sudah dibasahi dengan alkohol setebal 2,5-3,0 cm, dan diinkubasi secara aerobik selama 4 hari pada suhu ruang. Pertumbuhan kapang diamati secara visual setiap hari selama inkubasi. Untuk perlakuan terhadap proses enzimatis setelah kapang tumbuh pada substrat (3 hari), dipanen. Sebagian substrat ini diambil sebagai contoh untuk analisis selanjutnya, dan sebagian lagi dilanjutkan dengan proses enzimatis secara anaerobik selama 2, 3, dan 4

hari masing-masing pada suhu ruang (26-28°C) dan 40°C. Proses enzimatis dilakukan dengan memasukkan produk fermentasi ke dalam kantong plastik, dipadatkan dan ditutup hingga tidak terdapat udara (anaerobik) dengan maksud untuk menghentikan pertumbuhan kapang. Proses ini dimaksudkan untuk meningkatkan aktivitas enzim dalam substrat yang sudah terbentuk sebelumnya. Setelah proses enzimatis selesai, bahan dikeringkan pada suhu 60°C setelah dihancurkan lebih dahulu.

Analisis kimia

Untuk mengetahui nilai gizi produk fermentasi dilakukan beberapa analisis kimia, di antaranya analisis protein (AOAC, 1984). Untuk mengetahui nilai protein murni dilakukan 2 macam analisis nitrogen, yaitu: kandungan nitrogen total (Kjeldahl) dan kandungan nitrogen terlarut, yaitu menentukan kandungan nitrogen yang terlarut dalam air, untuk mengetahui "nitrogen non-protein" yang mungkin berasal dari nitrogen anorganik yang tidak dimanfaatkan selama proses fermentasi. Protein kasar diperoleh dengan cara mengalikan nilai nitrogen dengan faktor 6,25, sedangkan protein sejati diperoleh dengan cara mengurangi protein kasar dengan protein terlarut. Analisis serat kasar ditentukan menurut prosedur VAN SOEST dan ROBERTSON (1968), yaitu menentukan fraksi serat yang tidak larut dalam larutan deterjen netral dan larutan asam.

Penentuan daya cerna bahan kering dan protein secara *in vitro* dilakukan menurut SAUNDERS *et al.* (1973) dengan menggunakan enzim pepsin dan pankreatin.

Analisis statistik dilakukan menurut rancangan acak lengkap pola faktorial 2x3x2, yang terdiri atas faktor jenis inokulum (*A. niger* BPT dan *A. niger* NRRL), faktor lama proses enzimatis (2, 3, dan 4 hari) dan faktor suhu proses enzimatis (suhu ruang dan 40°C) (STEEL dan TORRIE, 1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan kapang *A. niger* NRRL 337 dan *A. niger* BPT menunjukkan pertumbuhan yang sama baik pada hari ketiga (Tabel 2). Pada hari pertama, pertumbuhan kapang menunjukkan ciri adanya miselium berwarna putih. Pada hari kedua baru terlihat perbedaan di antara kedua jenis kapang yang ditandai dengan warna kekuningan pada kapang *A. niger* NRRL 337. Pada hari ketiga substrat ditumbuhi miselium (warna putih) kapang baik permukaan maupun dalam substrat, setelah hari keempat kapang mulai berspora. Dengan demikian disimpulkan bahwa proses fermentasi yang terbaik adalah pada 3 hari inkubasi.

Data kandungan protein dapat dilihat pada Tabel 3. Proses fermentasi dapat meningkatkan kadar protein kasar dan protein sejati dari lumpur sawit. AMEY (1987) dan SANTY *et al.*, (1987) menyatakan, fermentasi pada ubi kayu dapat meningkatkan protein. Di samping itu, juga terjadi peningkatan kandungan vitamin, terutama vitamin B_2, Niacin, B_6 dan B_{12} (VAN VEEN dan SCHAEFFER, 1970). Demikian juga KOMPIANG *et al.,* (1994) melaporkan adanya kenaikan ketersediaan nutrisi pada cassapro (hasil fermentasi ubi kayu).

Peningkatan kadar protein hampir sama pada kedua jenis kapang (*A. niger* NRRL 337 dan BPT) yang digunakan. Lumpur sawit sebelum fermentasi mengandung protein kasar 11,94% dan protein sejati 10,44%. Setelah difermentasi (3 hari), maka protein kasar meningkat menjadi sekitar 22% dan protein sejati menjadi 17%. Kenaikan protein terjadi karena perubahan nitrogen anorganik menjadi protein sel.

Tabel 2. Perkembangan pertumbuhan kapang *A. niger* NRRL 337 dan *A. niger* BPT pada substrat lumpur sawit

	Jenis kapang	
	A. niger NRRL 337	*A. niger* BPT
Hari ke-1	Miselium kapang berwarna putih	Warna putih menyebar
Hari ke-2	Putih kekuning-kuningan menutupi permukaan substrat	Warna putih menutupi substrat
Hari ke-3	Miselium menutupi substrat hingga ke dalam, kekompakan bagus	Miselium menutupi substrat hingga ke dalam, kekompakan bagus
Hari ke-4	Sudah mulai berspora	Belum terlihat adanya spora, tapi terlihat adanya miselium panjang pada permukaan substrat

Tabel 3. Perubahan kandungan protein dan serat lumpur sawit setelah difermentasi (aerob) dengan jenis kapang yang berbeda

Perlakuan	Protein kasar (%)	Protein sejati (%)	ADF (%)	NDF (%)
Lumpur sawit (LS)	11,94	10,44	44,29	62,77
Hasil fermentasi LS tanpa proses enzimatis				
A. niger BPT	22,59	16,70	44,74	52,07
A. niger NRRL 337	22,07	16,96	39,94	53,99

Selain merubah kandungan protein, ternyata kandungan serat dari lumpur sawit juga berubah setelah difermentasi. Kandungan serat ADF nyata menurun bila menggunakan *A. niger* NRRL 337 (dari 44,29% menjadi 39,94%), tetapi tidak mengalami perubahan bila menggunakan *A. niger* BPT. Sementara itu, kandungan serat NDF nyata berkurang setelah difermentasi dengan menggunakan *A. niger* NRRL 337 dan *A. niger* BPT (dari 62,77% menjadi masing-masing 53,99 dan 52,07%). Selama fermentasi *A. niger* memproduksi selulase dan mananase (PURWADARIA *et al.*, 1997) untuk memecahkan serat (selulosa dan hemiselulosa) (OFUYA dan NWAJIUBA, 1990).

Kandungan protein dan serat lumpur sawit setelah proses enzimatis disajikan pada Tabel 4. Terlihat adanya pengaruh interaksi yang nyata ($P<0,05$) antara jenis kapang dan lama proses enzimatis terhadap kadar protein kasar, tetapi tidak nyata ($P>0,05$) terhadap kadar protein sejati dan kadar serat (ADF dan NDF) (Tabel 4). Kadar protein kasar dan protein sejati lumpur sawit tidak nyata ($P>0,05$) dipengaruhi oleh jenis kapang, lama enzimatis dan suhu enzimatis. Sementara itu, kadar serat (ADF dan NDF) setelah proses enzimatis nyata ($P<0,05$) dipengaruhi oleh jenis kapang. *A. niger* NRRL 337 menghasilkan kadar serat (ADF dan NDF) yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan *A. niger* BPT. Bila kadar serat dibandingkan antara sebelum dan sesudah proses fermentasi, terlihat bahwa proses enzimatis menurunkan kadar serat yang lebih banyak dibandingkan dengan *A. niger* BPT. Beberapa mikroba seperti *Aspergillus niger, Taloromyces* dan *Streptomyces* dapat memproduksi enzim mananase (ZAMORA *et al.*, 1989; ARAUJO dan WARD, 1990).

Tabel 4. Perubahan kandungan protein dan serat lumpur sawit hasil fermentasi setelah mengalami proses enzimatis (anaerob) pada waktu dan suhu yang berbeda

Perlakuan	Protein kasar (%)	Protein sejati (%)	ADF (%)	NDF (%)
Jenis kapang:				
A. niger BPT	23,16	16,94	42,25[a]	50,08[a]
A. niger NRRL 337	22,78	16,78	36,44[b]	45,49[b]
Suhu proses enzimatis:				
Suhu ruang	22,74	16,76	39,84	48,76
40°C	23,20	16,96	38,85	46,81
Lama proses enzimatis:				
2 hari	22,87	16,37	39,75	47,69
3 hari	23,30	17,51	38,29	47,09
4 hari	22,75	16,69	40,00	48,56
Interaksi jenis kapang dan lama proses enzimatis				
Jenis kapang:				
A. niger BPT				
2 hari	23,63[a]	17,12	41,75	49,71
3 hari	23,62[ac]	17,33	41,96	48,61
4 hari	22,58[b]	16,37	43,03	51,91
A. niger NRRL 337				
2 hari	22,11[b]	15,61	37,74	45,67
3 hari	23,33[a]	17,70	34,62	45,57
4 hari	22,91[a]	17,01	36,97	48,56

Hal ini menunjukkan bahwa *A. niger* NRRL 337 lebih banyak menghasilkan enzim pemecah serat kasar seperti mananase dibandingkan dengan *A. niger* BPT yang masing-masing 3,69 dan 1,20 U/ml (PURWADARIA *et al.*, 1994). Akibatnya, lumpur sawit yang difermentasi dengan *A. niger* NRRL 337 mengha-silkan kadar serat yang lebih rendah dibandingkan dengan yang difermentasi dengan *A. niger* BPT. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh banyak hal, di antaranya jenis mikroorganisme dan kondisi iklim mikro fermentasi (KOMPIANG, 1994). Daya cerna bahan kering dan protein secara *in vitro*. Pengukuran secara *in vitro* menunjukkan bahwa fermentasi dengan menggunakan *A. niger* BPT atau NRRL 337 tidak nyata (P>0,05) mempengaruhi persentase daya cerna bahan kering lumpur sawit (Tabel 5). Akan tetapi, fermentasi dengan menggunakan *A. niger* NRRL 337 nyata (P<0,05) menghasilkan daya cerna protein yang lebih tinggi dari pada hasil fermentasi dengan *A. niger* BPT. Proses enzimatis setelah fermentasi menunjukkan bahwa daya cerna bahan kering sangat nyata (P<0,01) dipengaruhi oleh interaksi antara jenis kapang dan suhu proses enzimatis. Produk fermentasi dengan kapang *A. niger* BPT menghasilkan daya cerna bahan kering yang lebih tinggi bila proses enzimatis dilaku-kan pada suhu 40°C dibandingan dengan pada suhu ruang (26,6% *vs* 22,6%). Sementara itu, *A. niger* NRRL 337 menghasilkan daya cerna bahan kering yang lebih tinggi bila proses fermentasi dilakukan pada suhu ruang dibandingkan dengan pada suhu 40°C (29,9% *vs* 26,0%).

Tabel 5. Daya cerna bahan kering dan protein lumpur sawit setelah difermentasi dengan jenis kapang yang berbeda

Perlakuan	Daya cerna *in vitro*	
	Bahan kering (%)	Protein (%)
Lumpur sawit (LS)	24,04	20,81
Hasil fermentasi LS tanpa proses enzimatis		
A. niger NRR L 337	25,04	11,14
A. niger BPT	21,77	9,46

Proses enzimatis setelah fermentasi menunjukkan bahwa daya cerna bahan kering juga sangat nyata (P<0,01) dipengaruhi oleh interaksi antara jenis kapang dan lama proses enzimatis. Daya cerna bahan kering lumpur sawit yang difermentasi dengan *A. niger* BPT tidak dipengaruhi oleh lamanya proses enzimatis, sedangkan hasil fermentasi dengan NRRL 337 menghasilkan daya cerna bahan kering yang tertinggi bila proses enzimatis dilakukan selama 2 atau 4 hari.

Bila dibandingkan dengan bahan asal (lumpur sawit tanpa fermentasi), maka terlihat bahwa peningkatan daya cerna bahan kering hanya nyata (P<0,05) bila fermentasi dilakukan dengan menggunakan *A. niger* BPT dengan proses enzimatis pada suhu 40°C selama 3 atau 4 hari, atau dengan *A. niger* NRRL 337 dengan proses enzimatis pada suhu ruang selama 2 atau 4 hari.

Daya cerna *in vitro* protein lumpur sawit tidak nyata dipengaruhi oleh perlakuan (fermentasi dan proses enzimatis serta interaksinya). Pada Tabel 5 terlihat bahwa daya cerna protein lumpur sawit yang difermentasi bahkan mengalami penurunan, meskipun tidak nyata secara statistik. Bila dilihat data pada Tabel 6, daya cerna protein yang paling tinggi diperoleh pada hasil fermentasi dengan menggunakan *A. niger* dengan proses enzimatis pada suhu 40°C selama 4 hari (meningkat dari 20,81% menjadi 27,87%). Akan tetapi, peningkatan ini tidak nyata secara statistik (P>0,05). Kemungkinan, bahwa proses fermentasi yang dilakukan belum menghasilkan produk yang homogen, sehingga menimbulkan variasi yang begitu besar di antara perlakuan.

Tabel 6. Daya cerna bahan kering dan protein lumpur sawit hasil fermentasi setelah mengalami proses enzimatis pada waktu dan suhu yang berbeda

Perlakuan	Suhu inkubasi	Daya cerna *in vitro* bahan kering (%)	Daya cerna *in vitro* protein (%)
A. niger NRRL 337			
Inkubasi 2	Ruang	32,65	14,58
	40°C	24,84	9,41
Inkubasi 3	Ruang	25,15	19,44
	40°C	21,42	22,33
Inkubasi 4	Ruang	32,17	17,54
	40°C	31,72	14,51
A. niger BPT			
Inkubasi 2	Ruang	23,45	14,04
	40°C	26,21	15,46
Inkubasi 3	Ruang	24,97	20,13
	40°C	26,24	21,30
Inkubasi 4	Ruang	19,22	11,75
	40°C	27,42	27,87

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diuraikan di atas disimpulkan bahwa pertumbuhan *A. niger* BPT dan *A. niger* NRRL 337 yang paling baik untuk fermentasi

lumpur sawit adalah selama 3 hari. Proses fermentasi dengan menggunakan kedua jenis kapang dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan kandungan protein sejati. *A. niger* NRRL 337 menyebabkan penurunan kadar serat (ADF dan NDF) yang lebih besar dibandingkan dengan *A. niger* BPT. Daya cerna bahan kering dan daya cerna protein tidak nyata dipengaruhi oleh proses fermentasi (tanpa proses enzimatis). Akan tetapi, setelah proses enzimatis, daya cerna bahan kering dapat meningkat. Secara keseluruhan, fermentasi lumpur sawit yang paling baik adalah dengan menggunakan *A. niger* NRRL 337 yang diikuti dengan proses enzimatis pada suhu ruang selama 2 hari.

DAFTAR PUSTAKA

AMEY, M. A. 1987 Some traditional methods of cassava conservation and processing in Uganda. Paper presented at the Third East and Southern Africa Crops Workshop, December, 7-11 1987, Mzuzu, Malawi.

AOAC. 1984. *Officials Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist.* Washington.

ARAUJO, A. and O. P. WARD. 1990. Extracellular mannanases and galactanases from selected fungi. *J. Ind. Microbiol*. 6:171-178.

ARITONANG, D. 1984. Pengaruh penggunaan bungkil inti sawit dalam ransum babi sedang bertumbuh. Thesis. Pasca Sarjana IPB. Bogor.

DITJENBUN. 1995. *Statistik Perkebunan Indonesia 1994-1996: Kelapa Sawit.* Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.

DALZELL, R. 1978. A case study on the utilization of oil palm meal effluent by cattle and buffaloes. Proc. Symposium on Feedingstuffs for Livestock in South East Asia. C. DEVENDRA and R. I. HUTAGALUNG (eds.). Serdang, Malaysia. pp. 132-141.

GOHL. 1981. *Tropical Feeds*. Feed information summaries and nutritive values. Animal Production and Health Series FAO No. 12:364-366.

HUTAGALUNG, R. I. and S. JALALUDDIN. 1982. Feeds for farm animals from the oil palm. University Pertanian Malaysia. Serdang Malay. Soc. Anim. Prod. Serdang. Malaysia. Publ. No. A 40.

KOMPIANG, I. P. 1994. Cassapro. A Promising protein enriched cassava as animal and fish feed. *Indonesian Agric. Res. Develop. J*. 16(4):57-63.

KOMPIANG, I. P., T. PURWADARIA, T. HARYATI, SUPRIYATI. 1997. Bioconversion of Sago (*Metroxylon* sp.) waste. *Current Status of Agricultural Biotechnology in Indonesia*. A DARUSSAMIN, I. P. KOMPIANG, and S. MOELJOPAWIRO (Editors), AARD Indonesia. pp. 523-526.

OFUYA, C. O. and C. J. NWAJIUBA. 1990. Fermentation of cassava peels for the production of cellulolytic enzymes. *J. App. Bact*. 68:171-177.

PURWADARIA, T., T. HARYATI, dan J. DARMA. 1994. Isolasi dan seleksi kapang mesofilik penghasil mananase. *Ilmu dan Peternakan* VII (2):26-29.

PURWADARIA, T., T. HARYATI, A. P. SINURAT, J. DARMA, and T. PASARIBU. 1997. Effect of various enzymatic incubation temperatures on the nutritive value of coconut meal fermented with *Aspergillus niger* NRRL 337. *Current Status of Agricultural Biotechnology in Indonesia*. A. DARUSSAMIN, I. P. KOMPIANG, and S. MOELJOPAWIRO (Editors), AARD Indonesia. pp. 523-526.

SANTY, R. F .N., J. O. K. SAKA, and E. G. KUMSIYA. 1987. Preliminary communication research note on composition and nutritional value of cassava-maize composite flour. Paper presented at the Third East and Southern Africa Root Crops Workshop, December, 7-11, 1987. Mzuzu, Malawi.

SAUNDERS, R.M., M.A. CONNOR, A.N. BOOTH, E.M. BICKEFF, and G.O. KOHLER. 1973. Measurement of digestibility of alfalfa protein concentrate by *in vivo* and *in vitro* method. *J. Nutr.* 103:503-535.

SINURAT, A. P., P. SETIADI, A. LASMINI, A. R. SETIOKO, T. PURWADARIA, I. P. KOMPIANG, dan J. DARMA. 1995. Penggunaan cassapro (singkong terfermentasi) untuk itik petelur. *Ilmu dan Peternakan* VIII No. 2. pp. 28-31.

STEEL, R.G.D. and J. H. TORRIE. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Book Co. New York.

VAN SOEST, P. J. and J. B. ROBERTSON. 1968. System of analysis for evaluating fibrous feeds. In: *Standarization of Analytical Methodology for Feed*. W.J. PIGDEM, C.C. BALCH, and M. GRAHAM (eds). IDRC, Canada.

VAN VEEN, A. G. and G. SCHAEFFER. 1970. Nutritive value and whole someness of fermented foods. *J. Agric. Food Chem*. 43:563.

ZAMORA, A. F., M. R. CALAPARDO, K. P. ROSARIO, E. S. LUIS, and I. F. DALMACIO. 1989. Improvement of copra meal quality for use in animal feeds. Prod. FAO/UNDP Workshop on Biotechnology in Animal Production and Health in Asia and Latin America. pp. 312-320.